第35卷 第3期 昆 虫 学 报 Vol. 35, No. 3
1992年8月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Aug., 1992

取食雄蜂蛹粉对龟纹瓢虫和异色瓢虫卵黄发生的影响

沈志成* 胡 萃 龚 和
(浙江农业大学植保系,杭州 310029) (中国科学院动物研究所,北京 100080)

摘要 本文比较了龟纹瓢虫 *Proylea japonica* 和异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 取食蚜虫和取食雄蜂蛹粉时的卵黄发生情况。当取食雄蜂蛹粉时,体内卵黄蛋白出现迟,积累速度慢,产卵前期长。但用保幼激素类似物 ZR512 点滴处理后则能达到与食蚜对照相当的水平。ZR512 对取食雄蜂蛹粉瓢虫的作用显著大于取食蚜虫者。进一步的研究表明,ZR512 能促进这两种瓢虫取食雄蜂蛹粉,但对成虫的体重没有明显的影响。因此推论,雄蜂蛹粉基本能够满足这两种瓢虫生殖的营养需要,但对其内分泌有一定的影响,使瓢虫处于类似生殖滞育的状态。本文根据不同食物条件对卵黄蛋白发生的影响不同,建议用卵黄蛋白的量作为生理指标,以快速初步筛选和评估人工饲料。

关键词 龟纹瓢虫 异色瓢虫 卵黄发生 人工饲料

龟纹瓢虫 *Propylea japonica* 和异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 是我国广大地区,特别是南方的二种优势瓢虫种。前者有较强的抗寒抗高温能力,是控制棉花伏蚜和苹果黄蚜的有力天敌;后者是多种农林作物蚜虫、蚧虫的有力天敌,因此研究它们的人工饲料很有价值。就瓢虫的人工饲料而言,雄蜂蛹是一种有用的饲料,它可用来饲养多种食蚜、食蚧、食真菌的瓢虫。但它对生殖具有不良影响,造成瓢虫产卵前期长、产卵量低和卵孵化率低。改善瓢虫取食人工饲料时的生殖力是目前人工大量繁殖瓢虫的一个关键问题。瓢虫生殖的关键之一是卵黄发生,它直接影响卵巢的成熟,因而也就直接影响生殖力。本文在通过研究卵黄发生时阐明生殖生物学和营养学上的一些问题,探索人工饲料对生殖不利的原因,进而为改善人工饲料提供理论指导。

一、材料与方法

(一)材料

龟纹瓢虫、异色瓢虫采自杭州市郊。供其作为饲料的意蜂 *Apis mellifera* 雄蛹采自北京,经冰冻真空干燥制成雄蜂蛹粉。所有供试瓢虫均饲养于 LHB-150 型生化培养箱内,温度为 26±0.5℃,光照 24 小时。

(二)方法

1. 卵黄蛋白的提纯及其抗体的制备 仿龚和等(1980)。卵黄蛋白量的测定采用火箭免疫电泳的方法,具体仿 Nilsson (1983)。根据火箭峰高与浓度对数的线性关系求算待测样品的浓度。

本文于 1990 年 1 月收到。
* 现在中国科学院动物研究所工作。

2. 龟纹瓢虫体内和卵巢内卵黄蛋白的发生动态　设取食桃蚜、取食雄蜂蛹粉、取食雄蜂蛹粉及 ZR512(Zoecon 公司产品)点滴三个处理。每处理各饲养羽化 12 小时内的雌虫45 头，雄虫 18 头。取食桃蚜的每 5 头雌虫、2 头雄虫养于 3 × 15cm 的平底玻管内；取食雄蜂蛹粉的每 5 头雌虫、2 头雄虫养于 ϕ10cm 的培养皿内，其内有吸水棉球供水。各处理每天更换食料一次。处理三用微量注射器每头腹部背板点滴 1μl(50μgZR512/μl)的丙酮溶液。间隔一定时间每处理随机取 5 头雌虫解剖取出卵巢，并将卵巢捣碎于 500μl pH8.6 的 PBS 缓冲液内，另 5 头整体捣碎于 1000μl 的 PBS 缓冲液中。捣碎液经 1000 转/分离心 2 分钟，上清液用火箭免疫电泳测定卵黄蛋白的量。

3. 异色瓢虫血淋巴中卵黄蛋白的发生动态　设 A. 取食桃蚜，B. 取食桃蚜并 ZR512 处理，C. 取食桃蚜并早熟素 II(Sigma 公司产品)处理，D. 取食雄蜂蛹粉，E. 取食雄蜂蛹粉并 ZR512 处理，F. 取食雄蜂蛹粉并早熟素 II 处理共 6 个处理。每处理均饲养羽化 24 小时内的成虫 10 对，每只 ϕ10cm 培养皿中饲养 2 对。早熟素 II 和 ZR512 处理都在取食 2 天后用微量注射器腹部背板点滴，早熟素 II 为 20μg/μl，ZR512 为 100μg/μl 的丙酮稀释液，每头 1μl。各处理均间隔 2—3 天收集一次血淋巴，每头用毛细管从瓢虫的足基节、跗节处收集 1μl。血淋巴收集后迅速溶解在加有少量苯基硫脲 pH8.6 的冰冷 PBS 缓冲液中，4°C贮存，待用。

4. 保幼激素类似物对取食量和生殖的影响　饲养刚羽化的龟纹瓢虫、异色瓢虫各两组，每组 6 对。一组用 ZR512 处理(方法同上)，一组用丙酮处理作对照。饲养方法同上，但每天在硫酸纸片上准确称出加入和剩余的雄蜂蛹粉量，并设对照估计雄蜂蛹粉自身的重量变化。校正取食量按下式计算：

$$\text{校正取食量} = W - \left(L + \frac{aW + bL}{2}\right),\ \text{其中}$$

W：开始时雄蜂蛹粉的加入量

L：剩余的雄蜂蛹粉量

$$a = \frac{\text{空白对照最初重量} - \text{空白对照最后重量}}{\text{空白对照最初重量}}$$

$$b = \frac{\text{空白对照最初重量} - \text{空白对照最后重量}}{\text{空白对照最后重量}}$$

二、结果与分析

1. 龟纹瓢虫体内和卵巢内卵黄蛋白的发生动态　结果如图 1。图 1 表明，龟纹瓢虫取食桃蚜时，雌成虫羽化后 1 天体内即开始出现少量卵黄蛋白，2 天就达到 205μg/雌的水平，4 天为 245μg/雌，此时已有成熟卵产出。而取食雄蜂蛹粉时，雌成虫羽化后 4 天体内才出现少量卵黄蛋白，且增加缓慢，至第 8 天尚不及食蚜对照高峰值的 1/2。但羽化后 1 天，每头腹部背板点滴 50μg ZR512，则次日体内即有少量卵黄蛋白出现，并迅速增长，羽化 4 天后达到食蚜对照的水平，且开始产卵，即 ZR512 处理能有效地克服这种生殖受抑制的现象。

龟纹瓢虫取食桃蚜时，其卵巢羽化后 3 天出现卵黄蛋白，4 天就沉积有 110μg/雌，此

时已有成熟卵。取食雄蜂蛹粉时，则羽化后 6 天才少量出现卵黄蛋白，沉积缓慢，8 天仍只达食蚜对照高峰值的 25% 左右。但经 ZR512 处理后，卵黄蛋白的沉积速度与取食蚜虫的接近，说明 ZR512 处理显著地增加了卵巢摄取卵黄蛋白的量。

2. 异色瓢虫血淋巴中卵黄蛋白的发生动态　结果如图 2。图 2 表明，异色瓢虫取食桃蚜时，雌虫羽化后 5 天血淋巴中开始出现卵黄蛋白，自羽化后 11 天开始滴度迅速上升，16 天达到高峰值 46μg/μl。羽化后取食 2 天，每头腹部背板点滴 100μgZR512，则羽化后 8 天开始血淋巴中卵黄蛋白即迅速上升，高峰值与对照无显著差别。每头点滴 20μg 早熟素 II，对血淋巴中卵黄蛋白滴度无明显影响。在研究中并观察到 ZR512 能明显提早产卵，而早熟素 II 则显著延迟产卵。说明 ZR512 具有促进卵巢沉积卵黄蛋白的作用，而早熟素 II 则有相反的作用。

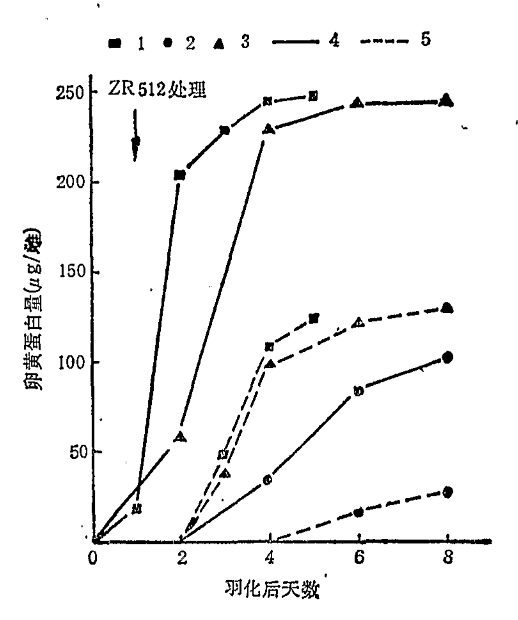


图 1　龟纹瓢虫体内和卵巢内卵黄蛋白的发生动态
1.取食蚜虫　2.取食雄蜂蛹粉　3.取食雄蜂蛹粉及 ZR512 处理　4.体内卵黄蛋白　5.卵巢内卵黄蛋白

异色瓢虫取食雄蜂蛹粉时，卵黄蛋白的含量明显为低。雌成虫羽化后 7 天血淋巴中才开始少量出现卵黄蛋白，并且上升缓慢，

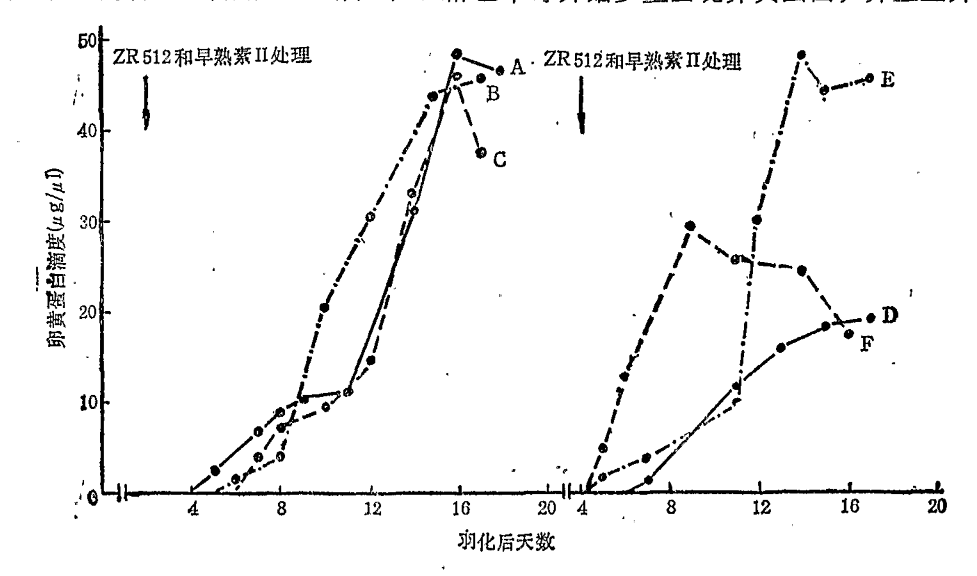


图 2　异色瓢虫血淋巴中卵黄蛋白发生动态
A. 取食桃蚜 B. 取食桃蚜 ZR512 处理 C. 取食桃蚜、早熟素 II 处理 D. 取食雄蜂蛹粉 E. 取食雄蜂蛹粉、ZR512 处理 F. 取食雄蜂蛹粉、早熟素 II 处理

17 天时达 18μg/μl，仅为食蚜对照高峰值的 40%左右。羽化后 2 天，每头 100μgZR512 处理，则卵黄蛋白的含量显著上升，上升速度和达到的高峰值与食蚜对照相当。而每头以

20μg 早熟素 II 处理，则前期的卵黄蛋白较未处理的对照为高，后期与对照接近。这可能是由于早熟素 II 抑制了卵巢对卵黄蛋白的摄取，造成卵黄蛋白在血淋巴中的暂时积累，导致前期卵黄蛋白滴度较高，而早熟素 II 并不能促进卵黄蛋白的合成，故后期只能维持较低的水平。ZR512 能促进产卵，早熟素 II 则延缓产卵。因此可以推论，ZR512 具有促进卵黄蛋白的合成，促进卵黄沉积和卵巢发育的作用，而早熟素 II 则有抑制卵巢发育的作用。

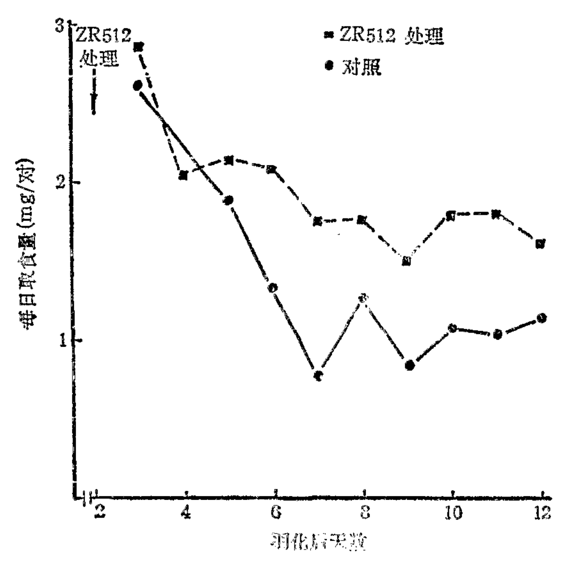


图 3 龟纹瓢虫对雄蜂蛹粉的取食量

比较图 2 的两组曲线可知，ZR512 和早熟素 II 对取食雄蜂蛹粉的瓢虫血淋巴中卵黄蛋白含量的影响要比对取食蚜虫的为大。这可能是取食雄蜂蛹粉的瓢虫内分泌处于抑制状态，其内源性保幼激素低于正常水平，因而对外源激素敏感，显得作用明显；取食蚜虫的瓢虫内源激素相对丰富，处于生理平衡状态，对外来激素物质具有较强的缓冲能力，因而受影响小。

从产卵情况和血淋巴中卵黄蛋白的含量看，ZR512 处理可使取食雄蜂蛹粉的瓢虫与食蚜对照基本相当，说明雄蜂蛹粉能较好地满足瓢虫的生殖营养需要，而其对生殖的不良影响则很可能是由于内分泌受抑制造成的。采用人工饲料饲养瓢虫时，如何激活其内分泌似应是今后改善人工饲料饲养效果的关键。

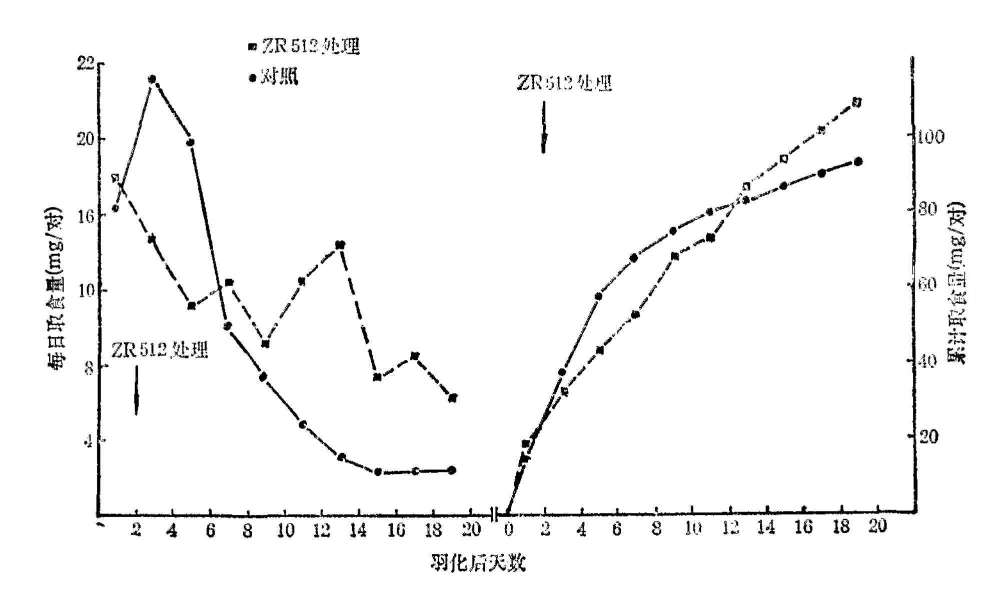


图 4 异色瓢虫对雄蜂蛹粉的取食量

3. 保幼激素类似物对取食量和生殖的影响　ZR512 对取食雄蜂蛹粉量的影响如图 3、4 所示。

图 3 表明，ZR512 促进龟纹瓢虫后期的取食，对前期则没有显著的影响。图 4 表明，ZR512 亦促进异色瓢虫后期的取食，但对前期的取食则有一定的抑制作用，这可能是 ZR512 的生理毒性引起的。然而，从累计取食量看，ZR512 最后仍明显地促进了异色瓢虫的取食。

龟纹瓢虫成虫的体重变化和产卵情况如图 5。图 5 表明，ZR512 显著促进了龟纹瓢虫的产卵，但对体重没有明显的影响。由此可见，ZR512 促进取食而获得的更多物质和能量供给了产卵而非用于增加体重。

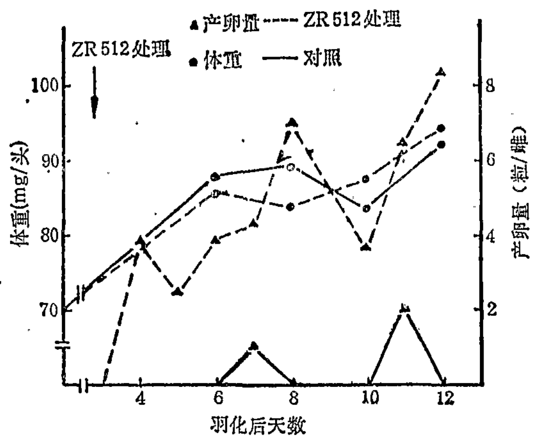


图 5　龟纹瓢虫成虫取食雄蜂蛹粉时的体重和产卵情况

三、讨　论

七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* 取食蚜虫时，羽化后 4 天血淋巴中出现卵黄蛋白，10 天产卵(龚和等，1980)，这与本研究中异色瓢虫的情况接近；而当龟纹瓢虫取食桃蚜时，羽化后 1 天体内即开始出现卵黄蛋白；这大概是它们生活史特点的反映——七星瓢虫和异色瓢虫产卵前期长，而龟纹瓢虫则较短。龟纹瓢虫具有较强的抗高温与抗寒能力，夏季没有滞育现象，能够有效地利用环境中较短时间内存在的食物繁殖后代。进一步研究龟纹瓢虫的卵黄发生对阐明其生活史的特点是很有意义的。

食物的质量则影响着卵黄发生。七星瓢虫取食猪肝、蔗糖(5:2)饲料时能合成卵黄蛋白和产卵的迟缓（龚和等，1980；张建中和翟启慧，1985）。本文的结果表明取食雄蜂蛹粉时龟纹瓢虫和异色瓢虫的卵黄发生迟缓。由于实验方法和昆虫种类的不同，这些人工饲料对卵黄发生的影响难于比较，但从产卵的百分率来看，雄蜂蛹粉对这两种瓢虫的效果是相近的，并且它们都比猪肝饲料对七星瓢虫的效果好，说明雄蜂蛹粉饲料优于猪肝饲料。ZR512 基本上能够克服取食雄蜂蛹粉所造成的不良影响，而 ZR512 本身并非营养物质，这说明雄蜂蛹粉在营养上是完全能够满足生殖需要的，生殖不良的原因可能是内分泌失调而非营养缺陷。那么内分泌失调的原因又是什么呢？我们认为可能是：雄蜂蛹粉的物理状态与天然食物不同，通过感觉神经系统的反应，影响神经内分泌；或者是雄蜂蛹粉仅能满足生殖的基础营养需要而不能满足其正常生命活动的某些特殊需要。

卵黄蛋白的合成时间和合成量是反映生殖能力的因素。因此利用卵黄蛋白作为生理指标，评估人工饲料对生殖的影响是可能的。这与传统的观察产卵情况和卵巢发育情况判断生殖能力的方法相比，更为简单，同时也易于深入揭示造成某些不利影响的机制。

保幼激素与取食的关系研究得很少。Meola 和 Petralia (1980) 研究两种库蚊 *Culex pipiens* 和 *C. quinquefasiatus* 的吸血行为发现，保幼激素促进吸血行为，并进一步指出，保幼激素并非通过影响卵巢发育而产生这种促食作用(Meola 和 Petralia, 1980)。

本研究表明,保幼激素类似物 ZR512 能够促进两种瓢虫取食雄蜂蛹粉。因此,保幼激素可能是控制取食行为的一个重要因子。

取食影响保幼激素的分泌。在大马利筋长蝽 *Oncopeltus fasciatus* 中,饥饿使体内 JH 水平迅速下降 (Kelly 和 Davenport, 1976); 七星瓢虫取食猪肝、蜂蜜(5:2)饲料的量仅为取食蚜虫量的 1/5 (陈志辉等,1980), 而此时七星瓢虫的咽侧体活性显著为低(关雪辰和陈娥英,1986)。因此, JH 调节取食可认为是取食影响 JH 分泌的反馈效应。

参　考　文　献

关雪辰、陈娥英　1986　七星瓢虫雌成虫咽侧体的活性。昆虫学报 29(1): 10—5。
陈志辉等　1980　食料对七星瓢虫取食和生殖的影响。昆虫学报 23(2): 141—8。
张建中、翟启慧　1985　七星瓢虫的卵黄发生: 保幼激素类似物对卵黄蛋白合成的调节。昆虫学报28(2): 121—8。
龚和等　1980　七星瓢虫的卵黄发生: 卵黄原蛋白发生和取食代饲料的影响。昆虫学报 25 (3): 252—9。
Kelly, T. S. & R. Davenport　1976　Juvenile hormone induced ovarian uptake of female specific blood protein in *Oncopeltus fusciatus*. *J. Insect Physiol.* 22:1381—93.
Meola, R. W. & R. S. Petralia　1980　Juvenile hormone induction of biting behavior in *Culex* mosquitoes. *Science* 209 :1548—50.
Nilsson, L. A.　1983　Double diffusion-in-gel. *Scand. J. Immunol.* Vol. 17 Suppl. 10:57—68.

EFFECT OF FEEDING ARTIFICIAL DIET ON VITELLOGENESIS OF *PROPYLEA JAPONICA* AND *HARMONIA AXYRIDIS*

Shen Zhi-cheng　　Hu Cui

(Department of Plant Protection, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Gong He

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing 100080)

Vitellogenesis of *Propylea japonica* and *Harmonia axyridis* was investigated when the lady beetles were reared under different nutritional conditions. The results showed that when the beetles were fed with an artificial diet composed of dried drone powder of *Apis mellifera* vitellogenesis was retarded in both cases when compared with those feeding on aphids. However, vitellogenesis could become normal when the beetles were topically treated with the juvenile hormone analogue ZR 512. The promotive effect of ZR 512 on vitellogenesis of these two beetles fed with drone powder was even greater than that on those fed with aphids because in the former case food intakes of the beetles were enhanced. It seemed that the drone powder could meet the nuritional requirements for reproduction of the beetles, but the insufficient food intake impaired endocrine secretion and the beetles were in a physiological state comparable to reproductive diapause. It is suggested that vitellogenin biosynthesis can be used as a criterion to evaluate the fitness of an artificial diet to promote reproduction in these beetles.

Key words　*Propylea japonica*——*Harmonia axyridis*——artificial diet——vitellogenesis